

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-060485
(43)Date of publication of application : 28.02.2003

(51)Int.Cl.

H03H 11/04

(21)Application number : 2001-245866

(71)Applicant : SONY CORP

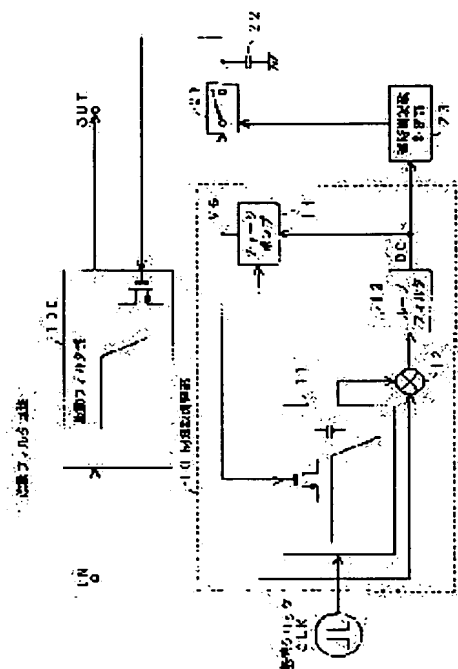
(22)Date of filing : 14.08.2001

(72)Inventor : YOSHIZAWA ATSUSHI

(54) ACTIVE FILTER CIRCUIT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an active filter circuit which can reduce current consumption, without causing inconveniences, such as restriction on dynamic range, etc.
SOLUTION: This circuit is provided with a switch part 1 and a capacitive element 22, between an active filter part 100 and a charge pump part 14. The short circuit/opening (on/off) of the switch part 21 is controlled by a cut-off frequency deciding section 23. The cut-off frequency deciding section 23 controls turning ON-OFF of the switch part 21, according to the adjustment situation of the cut-off frequency of the active filter part 100. At the opening of the switch part 21, the capacitive element 22 keeps the voltage to be supplied to the gate terminal. At this time, each circuit of a frequency adjuster 10 is stopped, to reduce the current consumption.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 04.03.2003
[Date of sending the examiner's decision of rejection] 08.07.2004
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-60485
(P2003-60485A)

(43) 公開日 平成15年2月28日 (2003.2.28)

(51) Int.Cl.⁷
H 0 3 H 11/04

識別記号

F I
H 0 3 H 11/04

ターム(参考)
H 5 J 0 9 8

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2001-245866(P2001-245866)

(22) 出願日 平成13年8月14日(2001.8.14)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 吉澤 淳

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

(74) 代理人 100091546

弁理士 佐藤 正美

Fターム(参考) 5J098 AA03 AB02 AB03 AB04 AB15

AB25 AB31 AC02 AC20 AC21

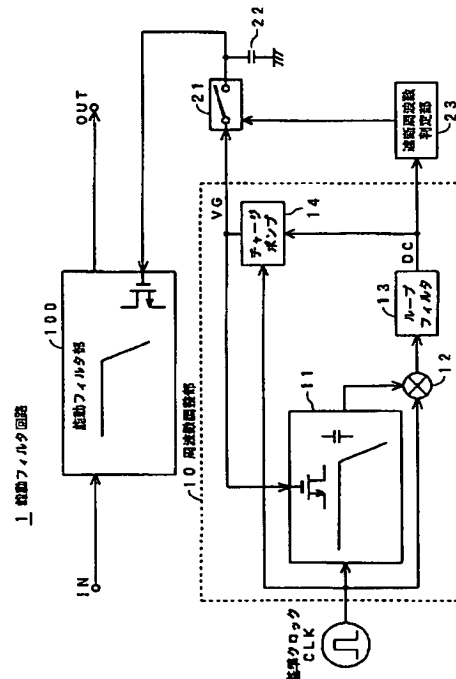
AD18 AD24 CA02 CB03

(54) 【発明の名称】 能動フィルタ回路

(57) 【要約】

【課題】 ダイナミックレンジを制約するなどの不都合を生じさせることなく、かつ、消費電流を低減させることが可能な能動フィルタ回路を提供する。

【解決手段】 能動フィルタ部100とチャージポンプ部14との間にスイッチ部21と容量素子22とを設ける。スイッチ部21の短絡/開放(オン/オフ)は、遮断周波数判定部23によって制御する。遮断周波数判定部23は、能動フィルタ部100の遮断周波数の調整状況に応じて、スイッチ部21のオン/オフを制御する。スイッチ部21の開放時には、容量素子22によりゲート端子へ供給される電圧を保持する。このとき、周波数調整部10の各回路は停止させ、消費電流を低減する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】少なくとも 1 つ以上の金属酸化膜半導体構造を持った電界効果トランジスタ素子を可変抵抗として用いて遮断周波数を可変とする能動フィルタ部と、前記電界効果トランジスタ素子の全てのゲート端子に対して、可変抵抗値を制御するための電圧を供給するチャージポンプ部と、前記ゲート端子と前記チャージポンプ部の出力端子間を短絡あるいは開放するスイッチ部と、前記ゲート端子と接地間に接続された容量素子と、前記能動フィルタ部の周波数を調整するための電圧を発生させるようにするために、制御信号を前記チャージポンプ部に供給する周波数調整部と、前記能動フィルタ部の遮断周波数調整の状況に基づいて、前記スイッチ部のオン／オフを制御する遮断周波数判定部とを備えることを特徴とする能動フィルタ回路。

【請求項 2】請求項 1 に記載の能動フィルタ回路であって、前記スイッチ部がオフの場合には、前記チャージポンプ部の動作を停止させることを特徴とする能動フィルタ回路。

【請求項 3】請求項 1 に記載の能動フィルタ回路であって、前記スイッチ部がオフの場合には、前記周波数調整部の動作を停止させることを特徴とする能動フィルタ回路。

【請求項 4】請求項 1 に記載の能動フィルタ回路であって、前記スイッチ部がオフの場合には、前記チャージポンプ部と、前記周波数調整部との動作を停止させることを特徴とする能動フィルタ回路。

【請求項 5】少なくとも 1 つ以上の金属酸化膜半導体構造を持った電界効果トランジスタ素子を可変抵抗として用いて遮断周波数を可変とする能動フィルタ部と、前記電界効果トランジスタ素子の全てのゲート端子に対して、可変抵抗値を制御するための電圧を供給する制御電圧供給動作と、電圧を供給しないようにするハイ・インピーダンス出力動作とが切り替え可能であって、前記ハイ・インピーダンス出力動作時には、前記能動フィルタ部に供給される電圧を保持するようにすることが可能なチャージポンプ部と、前記能動フィルタの周波数を調整するための電圧を発生させるようにするために、制御信号を前記チャージポンプ部に供給する周波数調整部と、前記能動フィルタ部の遮断周波数調整の状況に基づいて、前記チャージポンプ部の前記制御電圧供給動作と前記ハイ・インピーダンス出力動作とを制御する遮断周波数判定部とを備えることを特徴とする能動フィルタ回路。

【請求項 6】請求項 5 に記載の能動フィルタ回路であって、

前記チャージポンプ部をハイ・インピーダンス出力動作させるようにする場合には、当該チャージポンプ部の動作を停止させることを特徴とする能動フィルタ回路。

【請求項 7】請求項 5 に記載の能動フィルタ回路であって、

前記チャージポンプ部をハイ・インピーダンス出力動作させるようにする場合には、前記周波数調整部の動作を停止させることを特徴する能動フィルタ回路。

【請求項 8】請求項 5 に記載の能動フィルタ回路であって、

前記チャージポンプ部をハイ・インピーダンス出力動作させるようにする場合には、前記チャージポンプ部と、前記周波数調整部との動作を停止させることを特徴とする能動フィルタ回路。

【請求項 9】請求項 5 に記載の能動フィルタ回路であって、

前記チャージポンプ部は、チャージポンプ出力電圧を増加させるチャージ部と、チャージポンプ出力電圧を減少させるディスチャージ部とからなり、

前記チャージ部は、整流素子と容量素子とによる電荷保持特性を利用して任意の電圧を発生させる電圧乗算回路として構成したものであり、

前記ディスチャージ部は、当該チャージポンプ部の負荷容量から任意のチャージ量を引き抜く電流路回路として構成したものであることを特徴とする能動フィルタ回路。

【請求項 10】請求項 9 に記載の能動フィルタ回路であって、

前記チャージポンプ部のハイ・インピーダンス出力動作は、前記電圧乗算回路の停止と、前記電流路回路による電流路の遮断とにより実現することを特徴とする能動フィルタ回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、各種の電子機器において、例えば、所望の周波数の信号を取り出すためになどに用いられる能動フィルタ回路に関する。

【0002】

【従来の技術】種々の電子機器において、広範囲の周波数の信号から特定の周波数の信号を分離して抽出したり、ノイズを除去したりするための種々の能動フィルタが用いられている。このような能動フィルタの 1 つとして、図 7 に示すような MOSFET-C フィルタ（ローパスフィルタ）100 が、モノリシックアクティブフィルタ（半導体集積回路として形成された能動フィルタ）の構成方法として知られている。

【0003】MOSFET-C フィルタは、MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field-effect Transistor: 金属酸化膜半導体構造をもった電界効果トランジスタ) の飽和領域でない領域、すなわちリニア動作領域

を可変抵抗するフィルタ回路であり、3極管動作を可変抵抗とするフィルタ（トライオードのフィルタ）として知られているものである。

【0004】すなわち、図7に示すMOSFET-Cフィルタ100は、可変抵抗として用いられる複数のMOSFETと、容量素子と、オペアンプとからなる回路部分が多段に接続されるとともに、複数の容量素子が用いられて構成されたものである。

【0005】古くは、文献(M. Banu and Y. Tsividis, "An Elliptic Continuous-Time CMOS Filter with On-Chip Automatic Tuning," IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 20, no. 6, pp1114-1121, December 1985.)に記載されているように、Banuらによって、±5V電源にて動作するMOSFET-CフィルタIC（集積回路）が実現されている。

【0006】しかしながら、近年においては、各種のICについて、移動体通信端末などのいわゆる携帯用端末への搭載を考慮して電池をより有効に利用できるようにする要求や、半導体プロセスの微細化により、ICに用いられる電源電圧の低電圧化が進み、2.7Vあるいはそれ以下の単電源によるICの実現が強く望まれるようになってきている。

【0007】一般に、MOSFET-Cフィルタは、他のモノリシックフィルタ設計法である例えばGm-Cフィルタ（時間連続系フィルタ）などと比べて、比較的に高い電源電圧を必要とする。これは、可変抵抗に用いているMOSFETを良好にリニア動作（3極管動作）させるためには、十分に高いゲート電圧（VG）をMOSFETのゲート端子に印加しなければならないからである。

【0008】したがって、MOSFET-Cフィルタは、電源電圧の低電圧化に対しては、極めて不利な回路構成上の問題点を持っており、現状の2.7V程度の電源電圧においても、よりダイナミックレンジの高いMOSFET-Cフィルタを得ることは困難になっている。

【0009】この問題を解決するため、例えば、図8に示すように、MOSFET-Cフィルタの各MOSFETのゲート端子にゲート電圧（VG）を供給する周波数調整部200内にチャージポンプ部（チャージポンプ回路）204を設け、このチャージポンプ部204において電源電圧よりも高くしたゲート電圧（VG）によって、MOSFET-Cフィルタ100を駆動させるとともに、制御することが考えられる。

【0010】例えば、図7に示したように、MOSFET-Cフィルタ100においては、周波数調整に用いる端子が、MOSFETのゲート端子であることから、簡易なチャージポンプ部によって、比較的容易に電源電圧より高いゲート電圧の供給が可能であり、移動体通信端末の受信回路などが求める高いダイナミックレンジを有するフィルタ回路に応用が可能となる。

【0011】すなわち、図9に示すように、MOSFET-Cフィルタ100と、これにゲート電圧（VG）を供給する周波数調整部200とによって、高いダイナミックレンジを有する能動フィルタ回路を構成することが可能となっている。

【0012】なお、図8に示した周波数調整部200は、いわゆるDLL（Delay Locked Loop）回路の構成とされ、遅延回路としての機能を有するフィルタ（周波数調整用MOSFET-Cフィルタ）201からの出力信号の位相と、当該周波数調整部200への入力信号（基準クロック信号CLK）との位相が予め決められた位相分、例えば90度ずれたときにロックする構成とされたものである。

【0013】この例の場合、フィルタ201からの出力信号と、この周波数調整部200への入力信号とが乗算器202において乗算され、乗算器202からは、2倍の信号成分とDC成分とからなる信号が出力され、これがループフィルタ203に供給される。ループフィルタ203は、DC成分のみを抽出し、これをチャージポンプ部204に制御信号として供給する。

【0014】そして、フィルタ201の出力信号と周波数調整部200への入力信号の位相差が所定の値（例えば90度）になるまでは、チャージポンプ部204においての電圧のチャージ動作（昇圧動作）を行なって、目的とするレベルのゲート電圧を形成する。

【0015】そして、フィルタ201の出力信号と周波数調整部200への入力信号との位相差が所定の値になった時にはロックして、目的とするレベルのゲート電圧（VG）を、周波数調整部200のフィルタ201と、MOSFET-Cフィルタ100の各MOSFETのゲート端子に供給する。これにより、MOSFET-Cフィルタが駆動され制御される。

【0016】なお、能動フィルタのゲート電圧をチャージポンプ部により昇圧するようにすることについては、以下に示す文献(1)、(2)などに説明されている。

(1). G. L. E. Monna, J. C. Sandee, C. J. M. Verhoeven, G. Groenewold, and A. H. M. van Roermund, "Charge Pump for Optimal Dynamic Range Filters," Proceedings, 1994 IEEE International Symposium on Circuits and System, vol. 5, pp747-750, 1994.

(2). A. Yoshizawa and Y. Tsividis, "An Anti-Blocker Structure MOSFET-C Filter For a Direct Conversion Receiver," Proceeding, 2001 IEEE Custom Integrated Circuit Conference.

【0017】

【発明が解決しようとする課題】ところが、チャージポンプ部204を備えた周波数調整部200が、MOSFET-Cフィルタ100の遮断周波数コントロール端子（ゲート端子）を駆動するという構成は、チャージポンプ部204を駆動するためのクロック信号のMOSFET

T-Cフィルタ100への漏洩を招き、MOSFET-Cフィルタ100のダイナミックレンジを制約する問題となる場合がある。

【0018】例えば、図7に示したMOSFET-Cフィルタ100のゲート端子に、周波数調整部200からのノイズが混入してしまい、MOSFET-Cフィルタ100の出力信号のレベルが必要以上に高くなる場合があり、この信号がクロック信号のタイミングに合致してたまたま拾われてしまった場合には、MOSFET-Cフィルタのダイナミックレンジを制約し、結果としてMOSFET-Cフィルタの特性を劣化させてしまう。

【0019】また、例えば、移動体通信端末の受信回路においては、受信待ち受け時間の更なる延長を図るためにも回路が消費する電流がより少ないことが望まれる。しかしながら、能動フィルタの遮断周波数コントロールのためには、アナログ制御であれば、通常、図8に示したような周波数調整部200などの専用の回路を常時動作させておく必要があり、消費電力の削減における足かせとなっている。

【0020】また、能動フィルタの遮断周波数コントロールにデジタル制御を用いるのであれば、D/A（デジタル/アナログ）変換回路などが必要になり、回路規模の増大、消費電力の増大を招いてしまう結果となる。以上のことにかんがみ、この発明は、ダイナミックレンジを制約するなどの不都合を生じさせることなく、かつ、消費電流を低減させることが可能な能動フィルタ回路を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明の能動フィルタ回路は、少なくとも1つ以上の金属酸化膜半導体構造を持った電界効果トランジスタ素子を可変抵抗として用いて遮断周波数を可変とする能動フィルタ部と、前記電界効果トランジスタ素子の全てのゲート端子に対して、可変抵抗値を制御するための電圧を供給するチャージポンプ部と、前記ゲート端子と前記チャージポンプ部の出力端子間を短絡あるいは開放するスイッチ部と、前記ゲート端子と接地間に接続された容量素子と、前記能動フィルタ部の周波数を調整するための電圧を発生させるようにするために、制御信号を前記チャージポンプ部に供給する周波数調整部と、前記能動フィルタ部の遮断周波数調整の状況に基づいて、前記スイッチ部のオン/オフを制御する遮断周波数判定部とを備えることを特徴とする。

【0022】この請求項1に記載の発明の能動フィルタ回路によれば、能動フィルタ部とチャージポンプ部との間には、スイッチ部と容量素子とが設けられる。スイッチ部の短絡/開放（オン/オフ）は、遮断周波数判定部によって制御される。遮断周波数判定部は、能動フィルタの遮断周波数の調整状況に応じて、スイッチ部のオン/オフを制御する。

【0023】具体的には、遮断周波数判定部は、チャージポンプ部においての電圧の昇圧が所定のレベルにまで達しているかを、例えば周波数調整部からチャージポンプ部への制御信号に基づいて判別し、電圧の昇圧が完了していれば、スイッチ部をオフにし、完了していなければ、スイッチ部はオンのままとする。

【0024】スイッチ部と、能動フィルタ部のゲート端子と接地間に設けられる容量素子とにより、いわゆるサンプルホールド回路を構成し、スイッチ部がオフにされたときには、ゲート端子へ供給される電圧は保持され、能動フィルタ部を適正に動作させ続けることができる。

【0025】このように、スイッチ部をオフにしても、すなわち、能動フィルタ部とチャージポンプ部との間を開放しても、能動フィルタ部を適正に動作させることができる。また、スイッチ部をオフにすることにより、クロック信号などのノイズの能動フィルタ部への漏洩を防止し、能動フィルタ部のダイナミックレンジが制約されるという不都合を防止することができる。

【0026】また、請求項2に記載の発明の能動フィルタ回路は、請求項1に記載の能動フィルタ回路であって、前記スイッチ部がオフの場合には、前記チャージポンプ部の動作を停止させることを特徴とする。

【0027】この請求項2に記載の発明の能動フィルタ回路によれば、スイッチ部がオフにされている場合には、チャージポンプ部を動作させておく必要は無いので、少なくともチャージポンプ部の動作が停止するようにされる。チャージポンプ部の動作の停止は、チャージポンプ部への駆動電源の供給を停止することにより行なうことができる。これにより、能動フィルタ回路が消費する消費電力を低減させることができる。

【0028】また、請求項3に記載の発明の能動フィルタ回路は、請求項1に記載の能動フィルタ回路であって、前記スイッチ部がオフの場合には、前記周波数調整部の動作を停止させることを特徴とする。

【0029】この請求項3に記載の発明の能動フィルタ回路によれば、スイッチ部がオフにされている場合には、既にチャージポンプ部においての昇圧動作は完了しているので、少なくとも周波数調整部の動作が停止するようにされる。周波数調整部の動作の停止は、周波数調整部への駆動電源の供給を停止することにより行なうことができる。これにより、能動フィルタ回路が消費する消費電力を低減させることができる。

【0030】また、請求項4に記載の発明の能動フィルタ回路は、請求項1に記載の能動フィルタ回路であって、前記スイッチ部がオフの場合には、前記チャージポンプ分と、前記周波数調整部との動作を停止させることを特徴とする。

【0031】この請求項4に記載の発明の能動フィルタ回路によれば、スイッチ部がオフにされている場合には、チャージポンプ分、周波数調整部とも動作させてお

く必要は無いので、チャージポンプ部および周波数調整部の動作が停止するようにされる。

【0032】これらの回路の動作の停止は、各回路部分への駆動電源の供給を停止することにより行なうことができる。これにより、能動フィルタ回路が消費する消費電力を低減させることができる。また、チャージポンプ部自体の動作および周波数調整部自体の動作を停止させるので、これらの回路からの能動フィルタへのクロック信号などによるノイズの漏洩を完全に遮断することができる。

【0033】また、請求項5に記載の発明の能動フィルタ回路は、少なくとも1つ以上の金属酸化膜半導体構造を持った電界効果トランジスタ素子を可変抵抗として用いて遮断周波数を可変とする能動フィルタ部と、前記電界効果トランジスタ素子の全てのゲート端子に対して、可変抵抗値を制御するための電圧を供給する制御電圧供給動作と、電圧を供給しないようにするハイ・インピーダンス出力動作とが切り替え可能であって、前記ハイ・インピーダンス出力動作時には、前記能動フィルタ部に供給される電圧を保持するようにすることが可能なチャージポンプ部と、前記能動フィルタの周波数を調整するための電圧を発生させるようにするために、制御信号を前記チャージポンプ部に供給する周波数調整部と、前記能動フィルタ部の遮断周波数調整の状況に基づいて、前記チャージポンプ部の前記制御電圧供給動作と前記ハイ・インピーダンス出力動作とを制御する遮断周波数判定部とを備えることを特徴とする。

【0034】この請求項5に記載の発明の能動フィルタ回路によれば、能動フィルタ部のゲート端子に電圧を供給するチャージポンプ部は、能動フィルタのゲート端子に電圧を供給する制御電圧供給動作と、電圧を供給しないハイ・インピーダンス出力動作とに切り替えることができるようにされているとともに、ハイ・インピーダンス出力動作とされたときには、能動フィルタ部への電圧を保持することができるようにされている。

【0035】制御電圧供給動作とハイ・インピーダンス出力動作との切り替えは、遮断周波数判定部によって制御される。具体的には、遮断周波数判定部は、チャージポンプ部においての電圧の昇圧が所定のレベルにまで達しているかを、例えば周波数調整部からチャージポンプ部への制御信号に基づいて判別し、電圧の昇圧が完了していれば、ハイ・インピーダンス出力動作とする。

【0036】これによりハイ・インピーダンス出力動作とされたときには、チャージポンプ部からは電圧が供給するようにはされないで、チャージポンプ部から漏れるクロック信号などのノイズが能動フィルタ部に漏洩することを防止し、能動フィルタ部のダイナミックレンジを制限してしまうような不都合を防止することができる。

【0037】また、請求項6に記載の発明の能動フィル

タ回路は、請求項5に記載の能動フィルタ回路であって、前記チャージポンプ部をハイ・インピーダンス出力動作させるようにする場合には、当該チャージポンプ部の動作を停止させることを特徴とする。

【0038】この請求項6に記載の発明の能動フィルタ回路によれば、チャージポンプ部をハイ・インピーダンス出力動作させる場合には、当該チャージポンプ部から電圧を能動フィルタ部に供給する必要は無く、能動フィルタ部に供給するようにした電圧が保持されていればよいので、チャージポンプ部の動作を停止させる。これにより、能動フィルタ回路の消費電力を低減させることができる。

【0039】また、請求項7に記載の発明の能動フィルタ回路は、請求項5に記載の能動フィルタ回路であって、前記チャージポンプ部をハイ・インピーダンス出力動作させるようにする場合には、前記チャージポンプ部と、前記周波数調整部との動作を停止させることを特徴とする。

【0040】この請求項7に記載の発明の能動フィルタ回路によれば、チャージポンプ部をハイ・インピーダンス出力動作させる場合には、当該チャージポンプ部から電圧を能動フィルタ部に供給する必要は無く、能動フィルタ部に供給するようにした電圧が保持するようにされていればよい。

【0041】このため、周波数調整部を動作させておく必要がないので、周波数調整部の動作を停止させる。これにより、能動フィルタ回路の消費電力を低減させることができる。

【0042】また、請求項8に記載の発明の能動フィルタ回路は、請求項5に記載の能動フィルタ回路であって、前記チャージポンプ部をハイ・インピーダンス動作させるようにする場合には、前記チャージポンプ部と、前記周波数調整部との動作を停止させることを特徴とする。

【0043】この請求項8に記載の発明の能動フィルタ回路によれば、チャージポンプ部をハイ・インピーダンス出力動作させる場合には、当該チャージポンプ部、および、周波数調整部は動作させておく必要はない。このため、チャージポンプ部をハイ・インピーダンス出力動作させる場合には、チャージポンプ部の動作、および、周波数調整部の動作を停止させる。

【0044】これにより、能動フィルタ回路の消費電力を低減させることができる。また、チャージポンプ部、周波数調整部のいずれの動作も停止された場合には、これらの回路部からのノイズが能動フィルタ部に漏洩する心配も一切なく、能動フィルタ部のダイナミックレンジがノイズにより制約を受けるなどのことも無いようにされる。

【0045】また、請求項9に記載の発明の能動フィルタ回路は、請求項5に記載の能動フィルタ回路であって

て、前記チャージポンプ部は、チャージポンプ出力電圧を増加させるチャージ部と、チャージポンプ出力電圧を減少させるディスチャージ部とからなり、前記チャージ部は、整流素子と容量素子とによる電荷保持特性を利用して任意の電圧を発生させる電圧乗算回路として構成したものであり、前記ディスチャージ部は、当該チャージポンプ部の負荷容量から任意のチャージ量を引き抜く電流路回路として構成したものであることを特徴とする。

【0046】この請求項9に記載の発明の能動フィルタ回路によれば、チャージポンプ部は、チャージ部としての電圧乗算回路と、ディスチャージ部としての電流路回路とにより構成するようにされる。電流路回路は、チャージポンプ部の負荷容量から任意にチャージ量を引き抜くようにして、チャージポンプ部をハイ・インピーダンス動作させるようにするものであり、電源電圧よりも昇圧されたゲート電圧の伝送路を短絡、あるいは、開放するスイッチ部よりも比較的に簡単に、チャージポンプ部をハイ・インピーダンス出力動作させるようにすることができる。

【0047】また、請求項10に記載の発明の能動フィルタ回路は、請求項9に記載の能動フィルタ回路であって、前記チャージポンプ部のハイ・インピーダンス出力動作は、前記電圧乗算回路の停止と、前記電流路回路による電流路の遮断とにより実現することを特徴とする。

【0048】この請求項10に記載の発明の能動フィルタ回路によれば、電圧乗算回路の動作の停止と、電流路回路による電流路の遮断とを行なうようにすることにより、チャージポンプ部を確実にハイ・インピーダンス出力動作させることができるとともに、電圧乗算回路の動作を停止させることにより、能動フィルタ回路の消費電力をも低減させることができる。

【0049】

【発明の実施の形態】以下、図を参照しながら、この発明による能動フィルタ回路の一実施の形態について説明する。以下に説明する実施の形態の能動フィルタ回路は、集積回路（IC）として形成され、種々の電子機器に搭載可能なものであり、適正なダイナミックレンジの確保と省電力化を実現し、移動体通信機器などのいわゆる携帯端末装置にも搭載することができるようにしたものである。

【0050】〔第1の実施の形態〕図1は、第1の実施の形態の能動フィルタ回路1を説明するためのブロック図である。図1に示すように、この第1の実施の形態の能動フィルタ回路1は、図9において能動フィルタ回路の一例として示したものと同様に、大きく分けると能動フィルタ部（能動フィルタ本体）100と、周波数調整部10とを備えたものである。

【0051】能動フィルタ部100は、図7に示した構成を有するMOSFET-Cフィルタである。周波数調整部10は、図8に示した周波数調整部200と基本的

な構成は同じである。すなわち、周波数調整部10は、いわゆるDLLの構成とされ、遅延回路としての機能を有するフィルタ11と、乗算器12と、ループフィルタ13と、チャージポンプ部14とを備えたものである。

【0052】周波数調整部10を構成する各部についてまとめると、フィルタ11と、乗算器12と、ループフィルタ13とにより、チャージポンプ部14に制御信号を供給する周波数調整部本体を構成し、チャージポンプ部14は、周波数調整部本体からの制御信号に基づいて、これに供給された電圧を昇圧して出力する。

【0053】したがって、前述のした周波数調整部200の場合と同様に、周波数調整部10は、基準クロック信号CLKの供給を受けて、これを遅延させるようにするフィルタ11からの出力信号と、基準クロック信号CLKとが乗算器12において乗算され、2倍の基準クロック信号成分と、DC成分（直流成分）とからなる信号が得られ、これがループフィルタ13に供給される。

【0054】ループフィルタ13は、これに供給された信号からDC成分のみを抽出してチャージポンプ部14に供給する。ループフィルタ13からのDC成分を制御信号として用いるチャージポンプ部14により、DC成分が所定値となるまで、チャージポンプ部14において電圧が昇圧するようにされ、この昇圧された電圧（VG）が調整用電圧としてフィルタ11に供給されるとともに、ゲート電圧として能動フィルタ部100の各MOSFET素子のゲート端子に供給するようにされることになる。

【0055】なお、この例の周波数調整部10は、フィルタ11からの出力信号と、基準クロック信号CLKとの位相差が90度になった場合に安定するようになっているものである。

【0056】そして、この第1の実施の形態の場合には、図1に示すように、周波数調整部10のチャージポンプ部14と、能動フィルタ部100との間にスイッチ部21と容量素子22とを設けるとともに、スイッチ部21を適性に切り替えるための遮断周波数判定部23とを設けている。

【0057】このように、スイッチ部21、容量素子22、遮断周波数判定部23を設けたこの第1の実施の形態の能動フィルタ回路1の動作について説明する。当該能動フィルタ回路への電源投入時（IC電源投入時）においては、スイッチ部21はオン（短絡）状態にされている。

【0058】そして、IC電源投入時において、当初0V（ゼロボルト）付近の値をとっているチャージポンプ部14からのゲート電圧（VG）は、前述もしたように、周波数調整部10の周波数調整用MOSFET-Cフィルタであるフィルタ11の周波数調整を行なうように動作する結果、徐々に増加し、最終的にある値を取って安定する。この定常値を得て、能動フィルタ回路1の

遮断周波数調整の完了となる。

【0059】このように、定常値となったゲート電圧(VG)を能動フィルタ部100を構成する各MOSFET素子のゲート端子に供給することにより、能動フィルタ部100の周波数調整を達成することができる。しかし、一般には、チャージポンプ部14と能動フィルタ部100とが、配線によって常時接続されているのであれば、周波数調整部10を常時動かし続け、ゲート電圧(VG)を能動フィルタ部100に供給し続けなければならない。

【0060】これでは、周波数調整部10から能動フィルタ部100へのノイズの漏洩が発生し、能動フィルタ部100のダイナミックレンジを制約してしまう場合が発生する可能性があるし、また、周波数調整部10を動作させ続ける結果、消費電力を低減することは難しい。

【0061】そこで、MOSFET-Cフィルタの特徴として、目的とする能動フィルタである能動フィルタ部100の周波数調整入力端子は、MOSFET素子のゲート端子で構成され、直流では極めて高いインピーダンスを有していることに着目し、この特徴を利用することによって、能動フィルタのダイナミックレンジの劣化を回避するとともに、消費電力の低減を実現する。

【0062】すなわち、図1に示したように、チャージポンプ部14と能動フィルタ部100との間に、スイッチ部21、容量素子22を設けることにより、能動フィルタ部100とスイッチ部21との間のノード(ゲート端子)とグランド(接地)間に容量を配置するようにし、スイッチ部21をオフにした場合に能動フィルタ部100への電圧を保存するいわゆるサンプルホールド回路を構成する。これは、能動フィルタ部100側が、MOSFET素子のゲート端子であるために可能となる。

【0063】また、図1に示す能動フィルタ回路1の動作初期状態においては、前述のとおり、スイッチ部21はオン状態(閉じた状態)になっており、スイッチ部21がオン状態にある間は、周波数調整部10が動作して、能動フィルタ部100の遮断周波数調整を行い所望のゲート電圧(VG)を生成する。

【0064】所望のゲート電圧(VG)生成後、スイッチ部21をオフ状態(開いた状態)にすれば、能動フィルタ部100に供給される電圧VGは保持される。このとき、周波数調整部10の動作は停止させることができる。これにより、周波数調整部10が発するクロック信号のリークが抑制できると同時に、能動フィルタ回路1の消費電流の削減が達成される。

【0065】そして、この第1の実施の形態の能動フィルタ回路1においては、スイッチ部21を切り替える切り替え手段として、遮断周波数判定部23を用いるようにしている。遮断周波数判定部23は、周波数調整部10のループフィルタ13からのDC成分が、ある閾値に到達しているか否かを判別し、ある閾値に到達してい

ると判別したときに、スイッチ部21をオフにする信号をスイッチ部21に供給する。

【0066】具体的には、図2に示すように、ループフィルタ13からのDC成分は、電源が投入されると、そのレベルは徐々に上昇していき、ある一定のレベルにまで到達すると、定常値となって安定する。そこで、図2に示すように時間的に前後する2点間、例えば、図2において、点aと点bとのレベル差がほぼ0に近ければ、DC成分は閾値に達していると判別することができ、スイッチ部21をオフにするタイミングを遮断周波数判定部23がスイッチ部21に与えることができる。

【0067】なお、遮断周波数判定部23に供給する信号は、ループフィルタ13からのDC成分に限るものではなく、ループフィルタ13の前段からの(乗算器12からの)2倍の信号成分とDC成分とからなる信号であってもよいし、場合によっては、チャージポンプ部14からの出力信号であってもよい。

【0068】また、周波数調整部10がどれくらいの時間でロックするかは、使用する素子などに基づいて、ほぼ正確に算出することができる。例えば、図2に示したように、図1に示した周波数調整部10が、ほぼ150μsec(マイクロ秒)でロックすることが分かっている場合には、電源投入から150μsec以上経過後の任意の時点、例えば170μsec後にスイッチ部21をオフにすればよい。

【0069】そこで、図3に示すように、遮断周波数判定部23に変えて、カウンタ24を用いて能動フィルタ回路を構成することもできる。図3に示した能動フィルタ回路2は、遮断周波数判定部23に変えて、カウンタ24を用いるようにした部分以外は、図1に示した能動フィルタ回路1と同様に構成されたものである。

【0070】そして、カウンタ24は、電源投入時点にリセットを行なうとともに、カウンタ24に供給される基準クロック信号CLKをカウントすることにより、電源投入時点から例えば170μsec経過した時点において、スイッチ部21をオフにする制御信号をスイッチ部21に供給する。

【0071】このように、スイッチ切り替え手段として、単純なカウンタ回路などを用い、IC立ち上がり時にリセットし、基準クロック信号CLKをカウントすることでタイマー動作させ、最初閉じていたスイッチ部21をある一定期間おいてから開くことによって、サンプルホールド回路を実現し、能動フィルタ部100のダイナミックレンジの劣化を回避し、消費電流の省力化を実現した能動フィルタ回路2を実現することができる。

【0072】なお、ここでは、カウンタ24において、IC立ち上がり時から例えば170μsecをカウントする場合を一例として示したが、これに限るものではなく、160μsec、180μsecなど任意の値を用いることができる。すなわち、カウンタ24がカウント

する時間は、周波数調整部10がロックするために十分な時間分以上であればよい。

【0073】また、説明を簡単にするため、図1、図3においては、遮断周波数判定部23、あるいは、カウンタ24は、周波数調整部10外に形成するようにしたが、これに限るものではない。周波数調整部10内に遮断周波数判定部23やカウンタ24を構成し、それらの回路からの出力信号により、スイッチ部21を切り替えるように構成することもできる。

【0074】また、この第1の実施の形態においては、10 スイッチ部21のオフ時には、フィルタ11と乗算器12とループフィルタ13からなる周波数調整部本体と、チャージポンプ部14とを含む周波数調整部10の動作を停止することにより、消費電力を低減するようにした。しかし、これに限るものではない。例えば、周波数調整部10の周波数調整部本体部分とチャージポンプ部14とのうちの少なくとも一方を停止させることによって、消費電力の低減を図ることができる。

【0075】このように、周波数調整部本体とチャージポンプ部14とのうちの少なくとも一方を動作させておくようにした場合には、再度電源が投入された後の復帰を迅速に行なうようにすることができる。

【0076】〔第2の実施の形態〕図1、図3に示した能動フィルタ回路1、2の場合には、ゲート電圧(VG)が電源電圧よりも高いため、スイッチ部21をIC回路内に実現しようとする、良好なサンプルホールド特性を実現するスイッチ部の実装は、単純に実現することができない。例えば、スイッチ部21をpMOS(p-channel MOSFET)で実現しようとする、チャージポンプ回路を用いて、pMOSに高い電圧を与えるようにしなければ、pMOSをスイッチとして動作させることはできない。

【0077】したがって、図1、図3に示した能動フィルタ回路1、2のように、スイッチ部21や容量素子22を設けることなく、ダイナミックレンジの劣化を回避し、消費電力の省力化を実現することが可能な能動フィルタ回路を構成できることが望まれる。

【0078】そこで、この第2の実施の形態の能動フィルタ回路は、チャージポンプ部の構成を工夫することにより、スイッチ部や容量素子を新たに設ける必要がなく、ダイナミックレンジの劣化を回避することができるとともに、消費電力の省力化を実現し、さらによりIC化に適した実地的なものとして構成するようにしたものである。

【0079】図4は、この第2の実施の形態の能動フィルタ回路3を説明するためのブロック図であり、図5は、図4に示した能動フィルタ回路3のチャージポンプ部31を説明するための回路図である。

【0080】図4に示すように、この第2の実施の形態の能動フィルタ回路3もまた、能動フィルタ部100

と、周波数調整部30とからなるものである。そして、図4に示す能動フィルタ回路3においても、能動フィルタ部100は、第1の実施の形態の場合と同様に図7に示した構成を有するMOSFET-Cフィルタである。

【0081】また、周波数調整部30は、基本的な構成は前述した第1の実施の形態の周波数調整部10と同じであり、いわゆるDLLの構成とされたものである。そして、図4に示したように、この第2の実施の形態の能動フィルタ回路3の周波数調整部30は、遅延回路としての機能を有するフィルタ11と、乗算器12と、ループフィルタ13と、チャージポンプ部31と、遮断周波数判定部32とを備えたものである。

【0082】フィルタ11、乗算器12、ループフィルタ13は、前述した第1の実施の形態の能動フィルタ回路1、2の周波数調整部10において用いたものと同様のものである。そして、図4に示すこの第2の実施の形態の能動フィルタ回路3において、周波数調整部30のチャージポンプ部31は、前述した第1の実施の形態の能動フィルタ回路1、2で用いたチャージポンプ部14と同様に、能動フィルタ部100の各MOSFETのゲート端子に供給するゲート電圧(VG)を生成するものである。

【0083】しかし、この第2の実施の形態のチャージポンプ部31は、単にゲート電圧(VG)を生成するだけでなく、生成したゲート電圧を能動フィルタ部100に供給する制御電圧供給動作と、ゲート電圧を能動フィルタ部100に供給しないが、能動フィルタ部100への電圧を保持するようにするハイ・インピーダンス出力動作とを切り替えることができるように構成したものである。

【0084】つまり、この第2の実施の形態のチャージポンプ部31は、動作を切り替えるためのスイッチ機能と電圧を保持するための容量機能とを内部に搭載するようにしたものである。そして、チャージポンプ部31の制御電圧供給動作とハイ・インピーダンス出力動作とは、遮断周波数判定部32からの切り替え制御信号CP SWによって切り替えることができるようにしている。

【0085】この場合、遮断周波数判定部32は、図1、図2を用いて前述した第1の実施の形態の能動フィルタ回路1において用いるようにした遮断周波数判定部23と同様に、ループフィルタ13からのDC成分を監視し、周波数調整部30がロックしたか否かを判別する。そして、遮断周波数判定部32は、周波数調整部30がロックするまではローレベル、ロックした時にはハイレベルとなる切り替え制御信号CP SWを形成し、これをチャージポンプ部31に供給する。

【0086】チャージポンプ部31は、遮断周波数判定部32からの切り替え制御信号CP SWが、ローレベルの信号のときには制御電圧供給動作状態となり、切り替え制御信号CP SWがローレベルからハイレベルに変化

したときには、制御電圧供給動作状態からハイ・インピーダンス出力状態に移移する。

【0087】チャージポンプ部31がハイ・インピーダンス出力状態になったときには、チャージポンプ部31から能動フィルタ部100へのゲート電圧(VG)の供給は停止されるが、能動フィルタ部100への電圧を保持するようにすることにより、ゲート電圧の供給停止後においても、能動フィルタ部100は正常に動作し続けることができるようにしている。

【0088】そして、この第2の実施の形態の能動フィルタ回路3において、チャージポンプ部31は、図6のような構成をとる。図6に示すチャージポンプ部31において、チャージ部311は、電圧乗算器によって構成し、また、ディスチャージ部312は、オン/オフスイッチ機能付き定電流源(電流路回路)で構成している。

【0089】チャージ部311は、n段のダイオードと、n個の容量によって構成され、入力電圧の約(n+1)倍の電圧を発生させることが可能なものである。一方、ディスチャージ部312は、端子SWinに供給される切り替え制御信号CPSWに応じてオン/オフ動作

【0090】そして、切り替え制御信号CPSWがローレベルの信号である場合には、ディスチャージ部312のc点における電位は低く、ディスチャージ部312はオン状態となる。このオン時においては、ディスチャージ部312は、一定の電流を負荷容量Cnから引き抜くことでディスチャージ動作するが、チャージ部311において昇圧されたゲート電圧VGは、能動フィルタ部100に供給するようにされる。つまり、ディスチャージ部312がオン時には、チャージポンプ部31は、制御電圧供給動作状態となる。

【0091】これに対し、切り替え制御信号CPSWがハイレベルの信号である場合には、ディスチャージ部312のc点における電位は高く、ディスチャージ部312はオフ状態となる。このオフ時には、負荷容量Cnに蓄えられている電荷の流出路が断たれ、チャージ部311において昇圧されたゲート電圧VGの能動フィルタ部100への供給が行なわれないようにされる。つまり、ディスチャージ部312がオフ時には、チャージポンプ部31は、ハイ・インピーダンス出力動作状態となる。

【0092】このように、ディスチャージ部312は、図1、図3を用いて前述した第1の実施の形態の能動フィルタ回路1、2におけるスイッチ部21と等価な働きをする。また、ディスチャージ部312がオフ時の場合に、チャージ部311を構成する負荷容量Cnは、サンプルホールドの負荷容量の役割を果たすことになる。したがって、この第2の実施の形態の能動フィルタ回路3の場合には、図1、図3を用いて前述した第1の実施の形態の能動フィルタ回路1、2におけるスイッチ部21と容量22とは必要なくなるのである。

【0093】このように、チャージポンプ部31に、比較的簡単な構成のディスチャージ部312である電流路回路を設けることにより、チャージポンプ31を制御電圧供給動作状態と、ハイ・インピーダンス出力動作状態とを切り替えることができる。そして、ハイ・インピーダンス出力動作状態のときには、チャージポンプ部31からはゲート電圧VGの供給は行なわれないが、能動フィルタ部100へのゲート電圧VGは保持されるので、能動フィルタ部100は正常に動作させることができる。

【0094】そして、チャージポンプ部31をハイ・インピーダンス出力動作状態にしたときには、チャージポンプ部31を動作させておく必要は無いので、チャージポンプ部31への電源の供給を停止させることにより、チャージポンプ部31から能動フィルタ部100へのクロック信号のリークを防止し、能動フィルタ部100のダイナミックレンジの劣化を回避することができるとともに、能動フィルタ回路3の消費電力を低減させることができる。

【0095】また、良好なサンプルホールド特性を得るために規模が大きくなるなどの可能性のあるスイッチ部をわざわざ設けることなく、良好なサンプル特性が得られるようにすることができる。しかも、サンプルホールド特性を得るために、負荷容量を新たに追加する必要も無く、電圧乗算器の負荷容量を利用して、サンプルホールド回路を構成するようにすることができる。

【0096】そして、図4、図5を用いて説明したこの第2の実施の形態の能動フィルタ回路3は、上述のように、IC化に適し、しかもダイナミックレンジを良好に確保することができるとともに消費電力の省力が実現されているので、携帯電話端末等の移動体通信端末装置に適用して好適なものとなる。

【0097】図6は、第2の実施の形態の能動フィルタ回路3を携帯電話端末50に搭載する場合の具体的な搭載位置を説明するためのブロック図である。図6に示すように、第2の実施の形態の能動フィルタ回路3は、受信部53の後段に設けられ、受信選局され、復調されたベースバンド信号を所定の周波数範囲内に収めるようにするなどのために用いられる。

【0098】すなわち、送受信アンテナ51を通じて受信された信号は、アンテナ共用器52を通じて受信部53に供給され、ここで目的とする信号が選局されるとともに、選局された信号に対して検波処理を行なってベースバンド信号に変換する。受信部53において変換されたベースバンド信号は、能動フィルタ回路3に供給され、ここで余分な周波数成分が除去されて、所定の周波数範囲内に収めるようにされたベースバンド信号がベースバンド処理部54に供給される。

【0099】ベースバンド処理部54は、能動フィルタ回路3からのベースバンド信号をA/D変換し、フェー

ジングなどの影響除去や、受信した信号の種別判別、デ・インターリーブ、エラー訂正を行い、適切な復号処理を行って、音声データとその他の通信データとを分離する。そして、音声データは、DSP (Digital Signal Processor) の構成とされたコーデック55に供給され、その他の通信データである、例えば、各種の制御情報や文字データなどは、制御部60に供給される。

【0100】コーデック55は、ベースバンド処理部54からの音声データをD/A変換してアナログ音声信号を形成し、これをスピーカ56に供給する。スピーカ56は、コーデック55からのアナログ音声信号により駆動され、受信信号に応じた音声を放音する。

【0101】一方、ベースバンド処理部54から制御部60に供給された通信データは、この携帯電話端末用の制御データや文字データなどの場合には、図示しないが、制御部60のRAMなどのメモリに一時記憶されて、この携帯電話端末において使用される。また、それ以外の通信データは、図示しないが、当該携帯電話端末50に設けられている外部I/F、入出力端子を通じて、この携帯電話端末に接続されたパーソナルコンピュータなどの外部の電子機器(外部装置)に供給するようにされる。

【0102】次に、図6に示した携帯電話端末50の送信系についても若干説明しておく。マイクロホン57は、收音した音声をアナログ音声信号に変換し、これをコーデック55に供給する。コーデック55は、マイクロホン57からのアナログ音声信号をA/D変換して、デジタル音声信号を形成し、これをベースバンド処理部54に供給する。

【0103】ベースバンド処理部54は、コーデック55からのデジタル音声信号を所定の符号化方式で符号化して圧縮し、所定のブロックにまとめる。またベースバンド処理部54は、外部入出力端子、外部I/Fを通じて当該携帯電話端末に供給されたデジタルデータを所定のブロックにまとめる。ベースバンド処理部54は、圧縮されたデジタル音声信号や外部装置からのデジタルデータをまとめ、送信部58に供給する。

【0104】送信部58は、ベースバンド処理部54からのデジタルデータから変調信号を形成し、この変調信号を所定の送信周波数に変換するために、変調信号と、局発部59からの変換用の信号とを混合して、送信用変調信号を形成する。この送信部58において形成された送信用変調信号は、アンテナ共用器52を経由して、送受信アンテナ51から送信される。

【0105】このような受信系および送信系を備えた図6に示した携帯電話端末50においては、待ち受け受信時においては、制御部60は、ベースバンド処理部54からの受信信号を監視することにより、自機への着信を検出する。そして、制御部60は、自機への着信を検出

した場合には、リングを制御して、呼び出し音(リング音)を放音するようにして、自機への着信を携帯電話端末50の使用者に通知する。

【0106】そして、携帯電話端末の使用者が、図示しないが、この実施の形態の携帯電話端末に設けられているテンキーや各種のファンクションキーなどを有するキー操作部に設けられているオフフックキー(通話開始キー)を押下するなどの通話開始操作を行なうことにより、着信に応答した場合には、制御部60は、送信系を通じて、接続応答を送出するなどして通信回線を接続し、前述したように、受信系、送信系の動作によって通話が可能となる。

【0107】また、この実施の形態の携帯電話端末から発呼する場合には、前述のキー操作部のオフフックキーを押下するなどの通話開始操作を行った後、キー操作部のダイヤルキーを通じて、また、予め登録された電話番号リストから相手先の電話番号を選択することにより、ダイヤル動作を行なうようにする。

【0108】これにより、制御部60は、発呼要求を形成し、送信系を通じて送信することにより、目的とする相手先の電話端末との間に通信回線を接続するようにする。そして、相手先からの着信応答が返信されてきて、通信回線の接続を確認すると、前述したように、受信系、送信系の動作によって通話が可能となる。

【0109】このような携帯電話端末50において、前述したように、受信部53とベースバンド部54との間に能動フィルタ回路3を設けることにより、検波されて形成されたベースバンド信号を所定の周波数の範囲の信号として、適正に処理することができるようになる。

【0110】このように、この第2の実施の形態の能動フィルタ回路3は、携帯電話端末等の移動体通信端末に搭載してもその効果を十分に発揮することができる。また、携帯電話端末には、TDMA (Time Division Multiple Access) 方式とCDMA (Code Division Multiple Access) 方式などの各方式が存在するが、そのいずれの方式の携帯電話端末にもこの能動フィルタ回路3を搭載することができる。

【0111】例えば、チャージポンプ部としてIC化可能な典型的な設計値として、負荷容量Cnを30pFとする。仮に、切り替え制御信号CPSWがハイレベルの信号となりディスチャージ部(定電流源)のスイッチがオフとなったときのグラウンドにリークする電流値は、ゲート電圧VGが3Vのとき、例えば、6pF程度であったとすると、リークによってゲート電圧VGの電圧値が0.1%減少するには、15ミリ秒の時間を要することになる。

【0112】したがって、例えば、TDMA方式の携帯電話端末のような、間欠動作を許す受信機であれば、一度ゲート電圧(VG)を生成して、それを保っておく

同時に、周波数調整部 30 を停止させれば、所望の効果が十分期待できる。つまり、能動フィルタによる信号処理を適切に行なうとともに、能動フィルタ回路を搭載しても消費電力が増えることも無く、電池の寿命が短くなることもない。

【0113】また、目的とする受信機が、CDMA 受信機のような連続受信を要求する受信機であっても、ゲート電圧 V_G の値を、例えば、10 ミリ秒ごとにリフレッシュするように周波数調整部 30 を間欠的に動作させる。このようにすることにより、連続受信する受信機にこの発明の能動フィルタ回路を搭載しても、常時良好に能動フィルタによる信号処理を適切に行なうとともに、能動フィルタ回路を間欠動作させるため、能動フィルタ回路 3 を搭載しても消費電力が増えることも無く、電池の寿命が短くなることもない。

【0114】なお、第 2 の実施の形態の能動フィルタ回路 3 においても、ディスチャージ部 312 がオフのときには、周波数調整部 30 の動作を停止させることにより、消費電力の省力化を図るようにしたが、これに限るものではない。前述した第 1 の実施の形態の場合と同様に、周波数調整部 30 のフィルタ 11 と乗算器 12 とループフィルタ 13 とからなる周波数調整部本体部と、チャージポンプ部 31 のいずれか一方のみを停止させることにより、消費電力を低減させるようにすることができる。

【0115】また、前述の実施の形態においては、能動フィルタ部 100 は、例えばローパスフィルタであるものとして説明したが、これに限るものではない。ハイパスフィルタ、バンドパスフィルタ、オールパスフィルタなど、種々の能動フィルタであって、ハイ・インピーダンスのフィルタをこの発明による能動フィルタ回路の能動フィルタ部とすることができる。

【0116】また、この第 2 の実施の形態においては、能動フィルタ回路 3 を携帯電話端末に搭載する場合の例を示したが、第 1 の実施の形態の能動フィルタ回路 1、2 を携帯電話端末に搭載するようにすることもできる。また、第 1、第 2 のいずれの実施の形態の能動フィルタ回路の場合であっても、通信機能を備えた PDA やノートパソコンなどのいわゆるモバイル端末などの種々の携帯用端末装置に搭載して好適である。もちろん、携帯用端末装置に限ることなく、種々の電子機器にこの発明による能動フィルタ回路を搭載することができる。

【0117】

【発明の効果】以上説明したように、この発明による能動フィルタ回路によれば、能動フィルタ部の周波数を調整する周波数調整部の稼働率を下げることによって、消費電流の削減が可能となる。これにより、電池の効率使用が要求される携帯電話端末等の携帯用端末装置に搭載した場合にも好適な能動フィルタ回路を実現できる。

【0118】また、周波数調整部と能動フィルタ部との間を開放するようにすることにより、さらには、周波数調整部を構成する回路部分を停止させることにより、周波数調整部から漏れるクロック信号によって、目的とする能動フィルタ部のダイナミックレンジが損なわれることを回避することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明による能動フィルタ回路の一実施の形態を説明するためのブロック図である。

【図 2】図 1 に示した周波数調整部の特性について説明するための図である。

【図 3】この発明による能動フィルタ回路の他の例を説明するためのブロック図である。

【図 4】この発明による能動フィルタ回路の他の実施の形態を説明するためのブロック図である。

【図 5】図 4 に示した能動フィルタ回路のチャージポンプ部を説明するための回路図である。

【図 6】図 4 に示した能動フィルタ回路を携帯電話端末に適用した場合について説明するための図である。

【図 7】MOSFET-C フィルタの一例を示す回路図である。

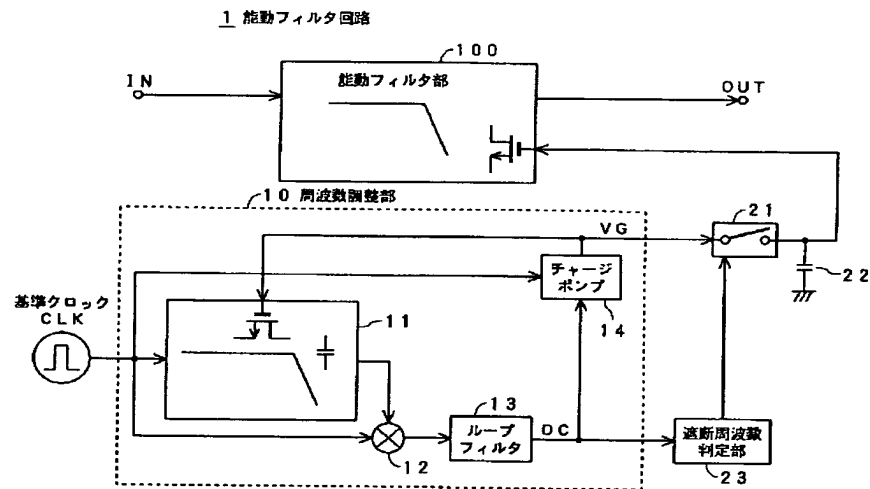
【図 8】図 7 に示した MOSFET-C フィルタの周波数調整部を説明するためのブロック図である。

【図 9】図 7 に示した MOSFET-C フィルタと図 8 に示した周波数調整部とにより構成される能動フィルタ回路を説明するための図である。

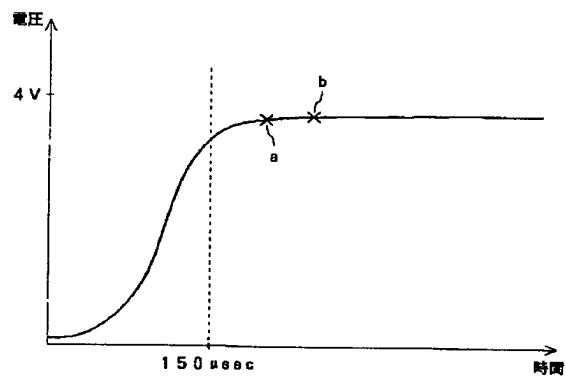
【符号の説明】

1、2…能動フィルタ回路、100…能動フィルタ部（フィルタ本体）、10…周波数調整部、11…周波数調整用 MOSFET-C フィルタ、12…乗算器、13…ループフィルタ、14…チャージポンプ部、21…スイッチ部、22…容量素子、23…遮断周波数判定部、24…カウンタ、3…能動フィルタ回路、30…周波数調整部、31…チャージポンプ部、32…遮断周波数判定部

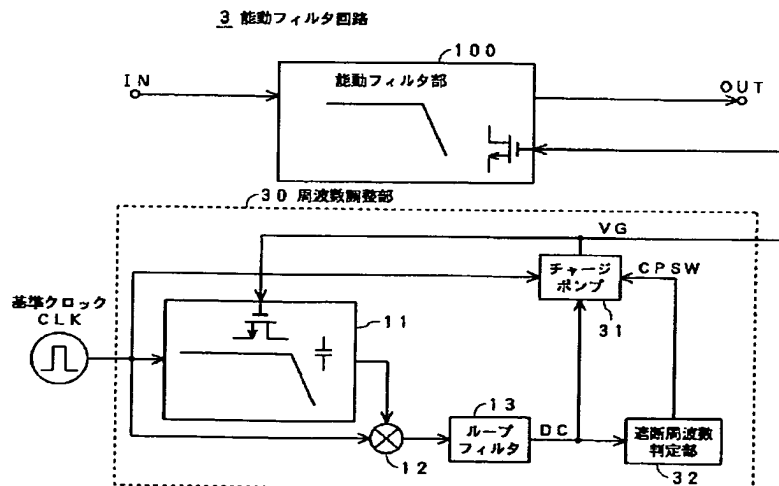
【図1】



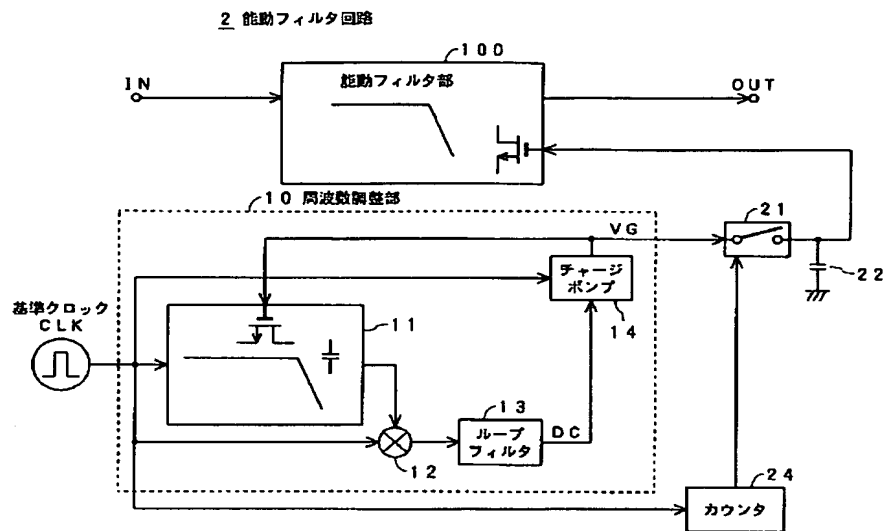
【図2】



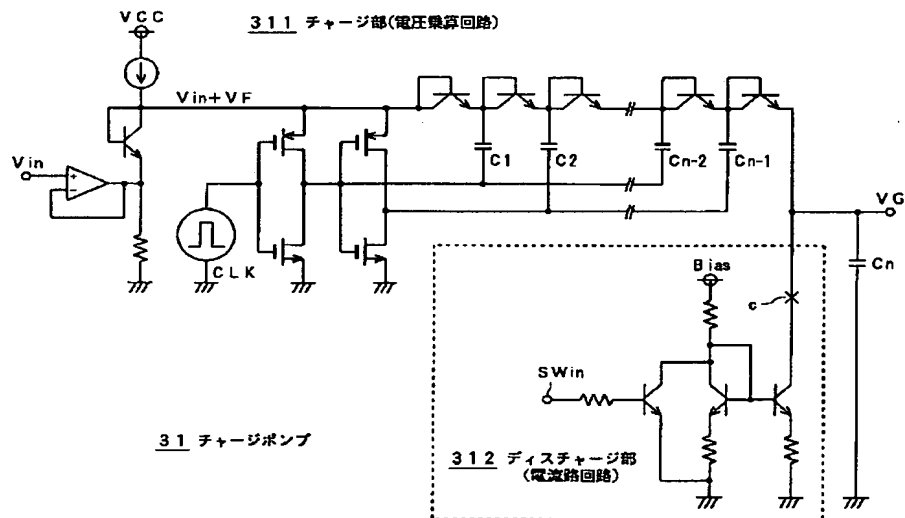
【図4】



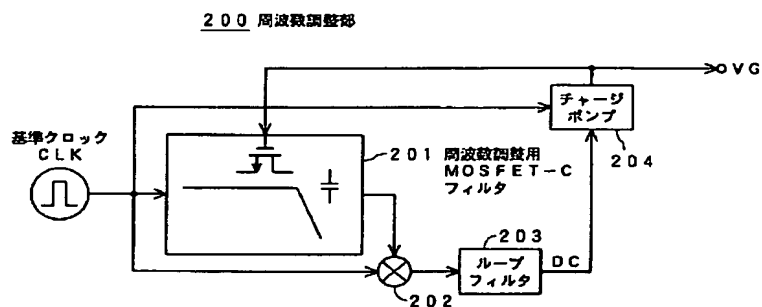
【図3】



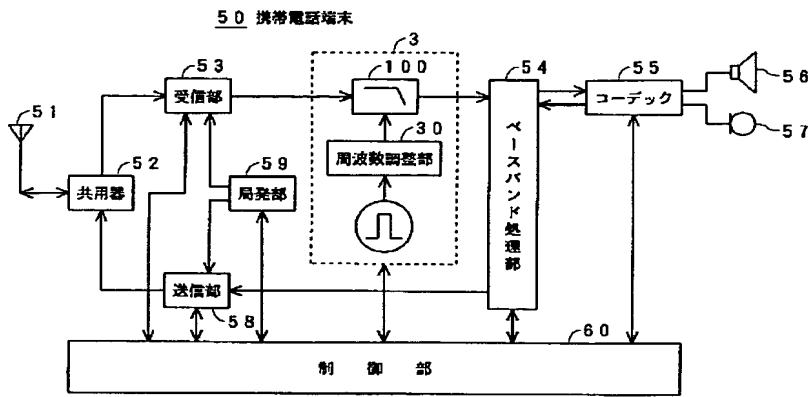
【図5】



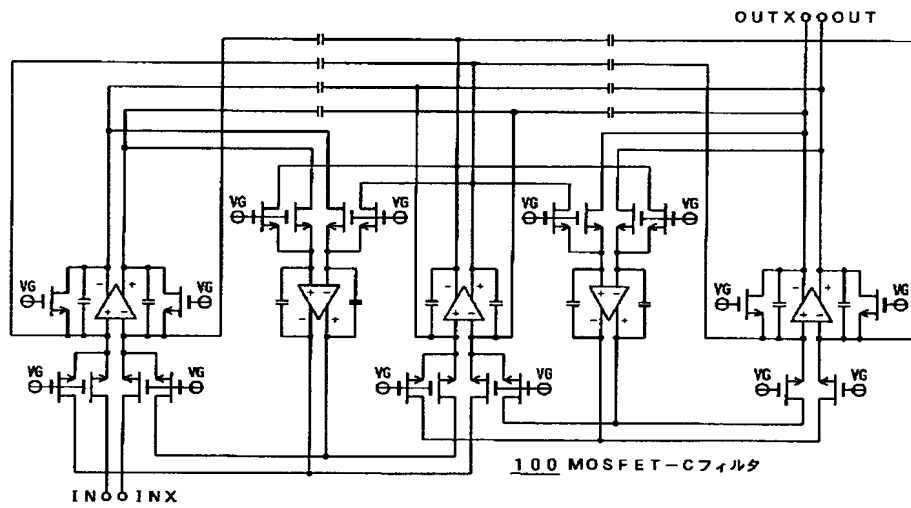
【図8】



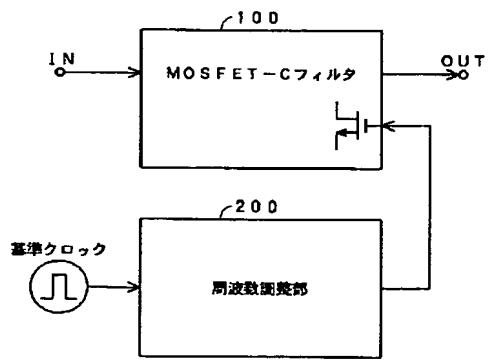
【図 6】



【図 7】



【図 9】



能動フィルタ回路